

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
PARIS  
—

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 502 242**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 82 04607**

---

(54) Embout rapporté pour aube de rotor.

(51) Classification internationale (Int. CL.<sup>3</sup>). F 01 D 5/18; F 02 C 7/00.

(22) Date de dépôt..... 18 mars 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 20 mars 1981, n° 245.571.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 24-9-1982.

---

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY, résidant aux EUA.

(72) Invention de : William Kelly Koffel, Eugene Nathan Tuley, Raymond Earle Troeger, Charles Houston Gay Jr. et Albert Philip Sterman.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine, Getsco,  
42, av. Montaigne, 75008 Paris.

L'invention concerne des embouts rapportés d'aubes de rotor et particulièrement un nouvel embout rapporté amélioré et remplaçable ayant une structure particulière pour obtenir un meilleur refroidissement et une durée de vie plus longue.

5 La présente invention est constituée par un embout rapporté remplaçable d'aube de rotor. L'embout rapporté comporte plusieurs parois qui délimitent un compartiment. L'embout rapporté peut être fixé à une extrémité radialement extérieure de l'aube de rotor. Dans une réalisation recommandée de l'in-  
10 vention on divise le compartiment à l'intérieur de l'embout rapporté en plusieurs sous-compartiments. Les sous-compartiments reçoivent un courant de fluide de refroidissement par des orifices d'entrée situés dans la paroi radialement intérieure de l'embout et le fluide sort par des orifices de sortie  
15 situés dans la paroi latérale de l'embout. L'embout peut comporter un matériau abrasif fixé à sa paroi radialement extérieure.

La description qui va suivre se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

Figure 1, une vue partielle en perspective de l'embout  
20 rapporté et de l'aube de rotor à laquelle il est fixé ;

Figure 2, une vue de côté en coupe de l'embout rapporté fixé à l'aube de rotor et montrant respectivement les compartiments et les canaux de refroidissement ;

Figure 3, une vue en coupe de l'embout rapporté faite  
25 suivant la ligne 3-3 de la figure 2 ;

Figure 4, une vue en coupe de l'embout rapporté faite suivant la ligne 4-4 de la figure 2 ;

Figure 5, une vue en coupe d'un autre agencement de l'embout rapporté avec l'aube de rotor ; et

30 Figure 6, une vue en coupe d'une autre configuration de l'embout rapporté avec l'aube de rotor.

Si l'on se réfère maintenant à la figure 1 on peut voir un embout rapporté remplaçable 10 pour une aube de rotor 12. L'aube de rotor 12 s'étend dans une direction radiale à partir  
35 de son point d'attache sur un disque de rotor. L'embout 10 est fixé à l'extrémité radialement extérieure de l'aube de rotor 12. L'aube de rotor 12 est de préférence creuse intérieure-

rieurement afin qu'un fluide, tel que de l'air, puisse s'écouler dans l'aube pour la refroidir. Comme on peut le voir sur les figures 1 et 2, l'intérieur de l'aube de rotor 12 peut comporter plusieurs nervures 14 alignées radialement 5 qui délimitent plusieurs canaux de refroidissement 16 dans l'aube de rotor. Au moins, quelques unes des nervures 14 se prolongent jusqu'à proximité de l'extrémité radialement extérieure de l'aube de rotor 12. Bien entendu, on peut faire varier, comme on le souhaite, le nombre de nervures 14 et leur 10 agencement dans l'aube de rotor 12 et ceux représentés figures 1 et 2 ne sont qu'un exemple. Si l'on se réfère aux figures 2 et 3, l'embout 10 comporte plusieurs parois qui délimitent entre elles un compartiment. Le compartiment est clos, de préférence, c'est-à-dire qu'il est entouré de tous côtés par 15 des parois. On peut fabriquer de n'importe quelle manière appropriée l'embout 10. On peut, par exemple, couler ou usiner séparément les différentes parties et puis les assembler pour former l'embout. L'embout 10 se compose, de préférence, d'une paroi radialement intérieure 18, d'une paroi radialement 20 extérieure 20 et de deux parois latérales courbes 22 et 24 qui sont assemblées au bord d'attaque 27 et au bord de fuite 29, respectivement. On doit comprendre que le mot "assemblées" peut signifier tout moyen de raccordement des deux parois latérales distinctes 22 et 24, et aussi que les parois 25 latérales 22 et 24 peuvent être partie intégrante l'une de l'autre au bord d'attaque 27 et au bord de fuite 29. Quand l'embout 10 a une forme aérodynamique, comme sur la figure 3, la paroi latérale 22 constitue une paroi latérale de refoulement et la paroi latérale 24 constitue une paroi 30 latérale d'aspiration.

Comme on peut mieux le voir sur la figure 1, on divise de préférence le compartiment délimité par les parois de l'embout 10 en plusieurs sous-compartiments 26 par plusieurs nervures 28. Les nervures 28 de l'embout rapporté s'étendent 35 radialement et entre les parois 22 et 24. Pour des raisons rapidement expliquées on raccorde les nervures 28 d'embout aux parois radialement intérieure 18 et radialement extérieure

20 de même qu'aux parois latérales 22 et 24 pour empêcher le passage du fluide entre les sous-compartiments 26. Il est aussi préférable que les nervures 28 de l'embout soient disposées à l'intérieur de l'embout rapporté de telle façon 5 qu'elles soient alignées radialement avec les nervures 14 de l'aube qui se prolongent jusqu'à proximité de l'extrémité radialement extérieure de l'aube de rotor 12.

La paroi radialement intérieure 18 de l'embout 10 comporte plusieurs orifices d'entrée 30 pour réaliser un passage 10 pour le fluide entre le compartiment de l'embout et l'intérieur de l'aube de rotor 12. Quand on divise l'embout 10 en sous-compartiments 26 et que l'aube de rotor 12 comporte des canaux de refroidissement 16, les orifices d'entrée 30 sont disposés dans la paroi radialement intérieure 18 de telle façon qu'au 15 moins un des orifices d'entrée 30 réalise un passage pour le fluide dans chaque sous-compartiment à partir du canal de refroidissement 16 disposé radialement vers l'intérieur du sous-compartiment.

Comme on peut le voir sur la figure 3, au moins une des 20 parois latérales 22 ou 24 de l'embout 10 comporte plusieurs orifices de sortie 32 pour réaliser un passage pour le fluide entre le compartiment dans l'embout et l'extérieur de l'embout. Quand l'embout 10 comporte des sous-compartiments 26, les orifices de sortie 32 sont disposés de telle façon qu'au 25 moins un des orifices de sortie 32 réalise un passage pour le fluide entre chaque sous-compartiment 26 et l'extérieur de l'embout. L'agencement décrit ci-dessus des orifices d'entrée et de sortie 30 et 32 facilite le refroidissement de l'embout 10. Une partie du fluide, tel que de l'air, qui circule dans 30 les canaux de refroidissement 16 à l'intérieur de l'aube de rotor 12 pour la refroidir, s'écoule aussi par les orifices d'entrée 30 dans les sous-compartiments 26 de l'embout 10. Ce fluide percute la surface intérieure de la paroi radialement extérieure 20 et circule dans le sous-compartiment, 35 s'écoulant le long des parois latérales 22 et 24 et revenant sur la paroi radialement intérieure 18. Le fluide sort ensuite du sous-compartiment par les orifices de sortie 32 vers

l'extérieur de l'embout. L'embout 10 échange de la chaleur avec le fluide qui y circule intérieurement et en sort et qui ainsi refroidit l'embout. La structure de refroidissement de l'embout 10 permet au courant intérieur du fluide de refroidissement de se déplacer plus près de la partie radialement extérieure de l'embout si on le compare aux embouts antérieurs classiques. Ces embouts antérieurs se composent souvent de bords d'aube s'étendant radialement, de nervures ou ailettes qui sont séparés du courant intérieur de fluide de refroidissement. La structure de refroidissement de l'embout 10 permet un refroidissement plus important et plus uniforme et des températures d'embout plus basses, par conséquent un allongement de la durée de vie de l'embout. De plus, la disposition décrite ci-dessus des orifices d'entrée dans la paroi radialement intérieure 18 est aussi un facteur de sécurité. S'il se produisait un frottement intense entre l'extrémité de l'aube et la virole entourant le rotor, ayant pour effet de déchirer la paroi radialement extérieure 20, la paroi radialement intérieure 18 resterait intacte et empêcherait ainsi une perte excessive d'air de refroidissement, perte qui aurait pour résultat le brûlage ou la fusion de l'aube de rotor.

Comme indiqué auparavant, on dispose les nervures 28 de l'embout de façon à empêcher le passage du fluide entre les sous-compartiments 26 et à les aligner radialement avec les nervures 14 de l'aube. Une telle disposition favorise un meilleur refroidissement de l'embout. Le fluide circulant dans les différents canaux de refroidissement 16 de l'aube de rotor 12 peut être à des pressions différentes. Si ces fluides à des pressions différentes venaient à se mélanger dans un compartiment de l'embout 10, un refoulement de fluide dans les orifices d'entrée 30 pourrait se produire, des canaux de refroidissement 16 à pression plus élevée vers ceux à plus faible pression nuisant ainsi au refroidissement de l'embout. De plus, un seul compartiment dans l'embout pourrait avoir pour résultat une détérioration du refroidissement par percussion de la paroi radialement extérieure 20. Le courant transversal du fluide de percussion utilisé, en plus du refoulement

de fluide mentionné ci-dessus, pourrait dévier les jets de fluide s'écoulant par les orifices d'entrée 30, obligeant le fluide à percuter la paroi radialement extérieure 20 de biais plutôt que perpendiculairement, l'impact perpendiculaire étant le plus efficace pour le refroidissement. L'agencement représenté figure 2 permet de régler le fluide de refroidissement dans les sous-compartiments et ainsi évite les problèmes décrits ci-dessus et ainsi assure un réglage plus efficace des températures de l'embout.

10 Dans l'agencement représenté figures 3 et 4, les orifices de sortie 32 sont disposés dans la paroi latérale 22 qui constitue la paroi latérale de refoulement. Cet agencement favorise un meilleur refroidissement de l'embout. On décharge le fluide de refroidissement par les orifices de sortie 32 dans la paroi latérale de refoulement ce qui permet d'avoir des pertes parasites plus faibles lors du fonctionnement de la turbine que si on déchargeait le fluide de refroidissement par la paroi latérale 24 qui constitue la paroi latérale d'aspiration. De plus le déchargement du fluide de refroidissement à travers la paroi latérale de refoulement permet à celui-ci de se mélanger avec les gaz chauds qui pourraient s'échapper autour de l'extrémité radialement extérieure de l'aube de rotor 12, un tel mélange tendant à abaisser la température du milieu environnant de l'embout. Bien entendu, on peut faire varier le nombre et l'emplacement des orifices d'entrée et de sortie 30 et 32 comme on le souhaite et ceux représentés sur la figure ne sont qu'un exemple.

La paroi radialement extérieure 20 de l'embout 10 présente une surface radialement extérieure continue pleine dont l'aire est supérieure aux aires terminales des minces surfaces radialement extérieures des bords d'aube, des nervures ou ailettes des embouts rapportés antérieurs. Ainsi, si un frottement survenait entre l'embout 10 et la virole entourant le rotor, l'aire supérieure de la paroi radialement extérieure 20 de l'embout de la présente invention serait moins usée que ne le seraient les surfaces radialement extérieures des

bords d'aube, des nervures ou ailettes, plus étroits des embouts antérieurs. Ceci est particulièrement vrai en raison du refroidissement amélioré de la paroi radialement extérieure 20 réalisé par la présente invention. On peut fixer, si on  
5 le souhaite un matériau abrasif 34 sur la surface radialement extérieure de la paroi radialement extérieure 20. En cas de frottement, le matériau abrasif 34 serait usé plutôt que la paroi radialement extérieure 20. Le matériau abrasif aurait aussi tendance à user les aspérités de la virole entourant  
10 le rotor. On peut utiliser n'importe quel matériau abrasif comme par exemple l'oxyde d'aluminium. L'embout 10 est fixé à l'extrémité radialement extérieure de l'aube de rotor 12 d'une manière appropriée. Par exemple, dans l'agencement représenté sur les figures 1 à 4, l'aube de rotor 12 comporte  
15 un évidement dans son extrémité radialement extérieure et l'embout 10 est dimensionné pour se loger dans l'évidement afin d'être fixé à l'aube de rotor 12. L'évidement, ainsi qu'on peut le voir figure 4, est délimité par des parties radialement extérieures des parois 36 et 38 de l'aube de  
20 rotor 12. On peut découper les surfaces intérieures des parties radialement extérieures des parois 36 et 38 de façon à délimiter des saillies, comme en 40 et 42, contre lesquelles l'embout 10 peut s'appuyer. On peut aligner les saillies avec les extrémités radialement extérieures des nervures d'aube 14,  
25 comme on peut le voir figure 2, afin que l'embout s'appuie aussi contre elles. Si on le souhaite, on peut sertir les parties radialement extérieures des parois 36 et 38 sur les côtés de l'embout pour le maintenir.

Comme on peut le voir figure 4, la partie radialement  
30 extérieure de la paroi 36 comporte plusieurs ouvertures 44 disposées de manière à communiquer avec les orifices de sortie 32 du fluide dans la paroi latérale 22 de l'embout 10. Cet agencement empêche le blocage des orifices de sortie 32 et par là favorise le passage du fluide entre les sous-comparti-  
35 ments 26, l'extérieur de l'embout 10 et l'aube de rotor 12. Quand l'embout comporte un matériau abrasif 34 fixé sur la surface radialement extérieure de la paroi radialement extérieure 20, les dimensions de l'embout sont, de préférence,

telles que la paroi radialement extérieure 20 soit coplanaire avec les extrémités radialement extérieures des parois 36 et 38 de l'aube de rotor. Le matériau abrasif 34 devient alors la partie radialement la plus extérieure de l'assemblage

5 aube de rotor et embout.

La figure 5 représente un autre agencement de l'embout 10 avec l'aube de rotor 12. Dans cet agencement, l'embout 10 est fixé directement aux extrémités radialement extérieures des parois 36 et 38 de l'aube de rotor 12, plutôt que placé

10 dans un logement. A part cela, l'embout 10 lui-même est identique dans les deux agencements.

L'embout 10 est remplaçable. Dans les deux agencements décrits ci-dessus, on peut fixer et enlever l'embout 10 de l'extrémité de l'aube de rotor 12 de n'importe quelle manière

15 appropriée. Par exemple, on peut braser, souder, ou souder par diffusion l'embout à l'extrémité de l'aube de rotor. Quand on souhaite enlever cet embout et le remplacer par un autre, on peut le faire par électro-érosion, par exemple, ou dans le cas de l'agencement de la figure 5 on coupe tout simplement

20 l'embout 10 usagé.

La figure 6 représente une autre configuration de la présente invention. L'aube de rotor comporte une paroi terminale 50 à son extrémité radialement extérieure. Des guides 52 et 54 s'étendent de manière générale, radialement vers

25 l'extérieur à partir de la paroi terminale 50 et suivant un angle tel qu'ils forment la partie mâle d'un ajustement en queue d'aronde.

L'embout 60 comporte une paroi radialement extérieure 62 et deux parois latérales courbes 64 et 66. Les parties radialement intérieures des parois latérales 64 et 66 ont une forme

30 telle qu'elles constituent la partie femelle d'un ajustement en queue d'aronde afin de pouvoir être engagées dans les guides 52 et 54 et par là maintenir l'embout 10 sur l'aube de rotor 12.

La paroi terminale 50 de l'aube de rotor 12 délimite avec les parois latérales 64 et 66 et la paroi radialement extérieure un compartiment qui améliore le refroidissement

35



de l'embout 60 de la même manière que les configurations précédemment décrites. Plusieursse nervures sont, de préférence, fixées ou font parties intégrantes des guides 52 et 54 entre lesquels elles s'étendent afin de délimiter plusieurs sous-  
5 compartiments 70 dans le compartiment délimité par l'embout 60 et l'extrémité de l'aube de rotor 12. La paroi terminale 50 comporte une série d'orifices d'entrée 72 qui réalisent un passage pour le fluide entre l'intérieur creux de l'aube de rotor 12 et les sous-compartiments 70. Au moins un des  
10 guides 52 ou 54 et au moins une des parois latérales 64 ou 66 comporte des orifices qui sont alignés pour délimiter des orifices de sortie 74 réalisant un passage pour le fluide entre les sous-compartiments 70 et l'extérieur de l'embout 60. L'embout 60 peut comporter un matériau abrasif 34 fixé  
15 sur la surface radialement extérieure de la paroi radialement extérieure 62.

On peut fixer l'embout 60 de la manière suivante :  
l'embout 60 est fabriqué soit en deux pièces, soit en une seule pièce coupé ensuite en deux. La ligne de séparation  
20 entre les deux pièces est située transversalement dans l'embout, près de la partie médiane de l'embout de façon à ce qu'une pièce comporte le bord d'attaque et l'autre pièce le bord de fuite de l'embout. La pièce de l'embout 60 qui comporte le bord d'attaque est alors glissée le long des guides 52 et 54  
25 à partir du bord d'attaque de l'aube de rotor 12 afin que les parois latérales s'engagent dans les guides 52 et 54. La pièce de l'embout 60 qui comporte le bord de fuite est glissée de la même façon le long des guides 52 et 54 à partir du bord de fuite de l'aube de rotor 12. Les bords attenants des pièces  
30 de l'embout 60 sont alors assemblées de manière appropriée comme par exemple par brasage, soudure ou soudure par diffusion.

## REVENDECATIONS

1. Embout rapporté remplaçable (10) fixé à l'extrémité radialement extérieure d'une aube de rotor (12) caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs parois délimitant un compartiment.
2. Embout rapporté selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une paroi radialement intérieure (18), deux parois latérales courbes (22,24) assemblées au bord d'attaque (27) et au bord de fuite (29), et une paroi radialement extérieure (20), les parois radialement intérieure et extérieure (18,20) et les parois latérales (22,24) délimitant entre elles le compartiment.
3. Embout selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'intérieur de l'aube de rotor (12) est généralement creux et que la paroi radialement intérieure (18) comporte plusieurs orifices d'entrée (30) pour réaliser un passage pour le fluide entre l'intérieur de l'aube de rotor (12) et le compartiment.
4. Embout selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'au moins une des parois latérales (22,24) comporte plusieurs orifices de sortie (32) pour réaliser un passage pour le fluide entre le compartiment et l'extérieur de l'embout (10).
5. Embout selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs nervures (28) s'étendant radialement entre les parois latérales (22,24) pour diviser le compartiment en plusieurs sous-compartiments (26).
6. Embout selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'aube de rotor 12 comporte à l'intérieur plusieurs nervures (14) radialement alignées et s'étendant jusqu'à proximité de l'extrémité radialement extérieure pour délimiter une série de canaux de refroidissement (16) et que les nervures (28) de l'embout (10) sont disposées de façon telle à l'intérieur de l'embout (10) qu'elles sont radialement alignées avec les nervures d'aubes (14).
7. Embout selon la revendication 6, caractérisé en ce que les nervures (28) de l'embout sont raccordées aux parois latérales (22,24) et aux parois radialement intérieure

extérieure (18,20) de façon à empêcher le passage du fluide entre les sous-compartiments (26).

8. Embout selon la revendication 7, caractérisé en ce que les orifices d'entrée (30) sont disposés dans la paroi radialement intérieure (18) de l'embout (10) de façon à ce qu'au moins un des orifices d'entrée (30) réalise un passage pour le fluide dans chaque sous-compartiment à partir du canal de refroidissement (16) disposé radialement vers l'intérieur du sous-compartiment.

9. Embout selon la revendication 8, caractérisé en ce que les parois latérales (22,24) de l'embout (10) constituent une paroi latérale de refoulement et une paroi latérale d'aspiration et que plusieurs orifices de sortie (32) sont disposés dans la paroi latérale de refoulement.

10. Embout selon la revendication 4, caractérisé en ce que la paroi radialement extérieure (20) comporte un matériau abrasif (34) fixé sur sa surface radialement extérieure.

11. Embout selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'aube de rotor (12) comporte un évidement dans son extrémité radialement extérieure et que l'embout (10) est dimensionné pour se loger dans l'évidement afin d'être fixé à l'aube de rotor (12).

12. Embout selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'évidement est délimité par des parties radialement extérieures des parois (36,38) de l'aube de rotor (12), une partie radialement extérieure de l'une de ces parois (36,38) comportant plusieurs ouvertures (44) et les orifices de sortie (32) des parois latérales (22,24) étant disposés de façon à réaliser un passage pour le fluide avec les ouvertures (44).

13. Embout selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il a des dimensions telles que sa paroi radialement extérieure (20) est disposée coplanairement avec les extrémités radialement extérieures des parois (36,38) de l'aube de rotor (12) et que cette paroi radialement extérieure (20) comporte un matériau abrasif (34) fixé sur sa surface radialement extérieure.

14. Embout rapporté remplaçable pour une aube de rotor, l'aube de rotor (12) étant creuse intérieurement, l'embout (10) étant dimensionné pour être fixé à l'extrémité radialement extérieure de l'aube de rotor (12), embout caractérisé en ce qu'il comprend :

- a) une paroi radialement intérieure (18) comportant une série d'orifices d'entrée (30) ;
- b) une paroi radialement extérieure (20) ;
- c) deux parois latérales courbes (22,24) assemblées au bord d'attaque et au bord de fuite (27,29), au moins une des parois latérales (22,24) comportant des orifices de sortie (32), les parois radialement intérieure (18), radialement extérieure (20) et les parois latérales courbes (22,24) délimitant entre elles un compartiment ;
- d) plusieurs nervures (28) s'étendant radialement et entre les parois latérales (22,24) pour diviser le compartiment en plusieurs sous-compartiments (26), les orifices d'entrée (30) dans la paroi radialement intérieure (18) et les orifices de sortie (32) de l'une des parois latérales (22,24) étant disposées afin de réaliser un passage pour le fluide entre chaque sous-compartiment (26), l'intérieur de l'aube de rotor (12) et l'extérieur de l'embout (10) respectivement ; et
- e) un matériau abrasif fixé sur une surface radialement extérieure de la paroi radialement extérieure (20).

15. Embout selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'aube de rotor (12) comporte un évidement dans son extrémité radialement extérieure et que l'embout (10) est dimensionné pour être placé dans cet évidement afin d'être fixé à l'aube de rotor (12).

16. Embout selon la revendication 15, caractérisé en ce que les orifices d'entrée (30) dans la paroi radialement intérieure (18) sont disposés de façon à réaliser un refroidissement par percussion de la paroi radialement extérieure (20).

17. Embout selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'aube de rotor (12) comporte une paroi terminale (50) à son extrémité radialement extérieure et que l'embout (60) comporte une paroi radialement extérieure (62) et deux parois

latérales courbes (64,66) assemblées au bord d'attaque et au bord de fuite, que la paroi terminale (50), la paroi radialement extérieure (62) et les parois latérales (64,66) délimitent entre elles un compartiment.

5        18. Embout selon la revendication 17, caractérisé en ce que la paroi terminale comporte des guides (52,54) s'étendant radialement et que les parois latérales (64,66) de l'embout (60) sont conformées pour s'engager dans les guides (52,54) et ainsi maintenir l'embout (60) dans l'aube de rotor (12).

10       19. Embout selon la revendication 18, caractérisé en ce que cet embout comporte un matériau abrasif (34) fixé sur une surface radialement extérieure de la paroi radialement extérieure (62).

